

Pressgehärtetes Bauteil und Verfahren zur Herstellung  
eines pressgehärteten Bauteils

Die Erfindung betrifft ein pressgehärtetes Bauteil sowie ein Verfahren zur Herstellung eines pressgehärteten Bauteils gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

An Steifigkeit und Festigkeit von Karosseriebauteilen werden im Fahrzeugbau zunehmend hohe Anforderungen gestellt. Gleichzeitig wird jedoch im Interesse einer Gewichtsminimierung eine Verringerung der Materialdicke angestrebt. Eine Lösung zur Erfüllung der widersprüchlichen Anforderungen bieten hochfeste und höchstfeste Stahlwerkstoffe, welche die Herstellung von Bauteilen mit sehr hohen Festigkeiten bei gleichzeitiger geringer Materialdicke ermöglichen. Durch eine geeignete Wahl von Prozessparametern während eines bei diesen Werkstoffen üblichen Warmumformens können Festigkeits- und Zähigkeitswerte eines Bauteils gezielt eingestellt werden.

Ein solcher Werkstoff ist z.B. der von der Firma Usinor unter dem Handelsnamen Usibor 1500 vertriebene vorbeschichtete Borstahl. Der Stahl ist mit einer AlSi-Beschichtung versehen, die unter anderem im Rahmen der späteren Wärmebehandlung vorteilhafte korrosionshemmende Eigenschaften zeigt.

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

Zur Herstellung eines solchen Bauteils mit Hilfe der Warmumformung wird zunächst aus einem Coil eine Platine ausgeschnitten, die anschließend oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur des Stahlwerkstoffs, oberhalb derer das Werkstoffgefüge im austenitischen Zustand vorliegt, erwärmt, im erwärmten Zustand in ein Umformwerkzeug eingelegt und in die gewünschte Bauteilform umgeformt und unter mechanischer Fixierung des gewünschten Umformzustands abgekühlt, wobei eine Vergütung bzw. Härtung des Bauteils erfolgt.

Oftmals wird das Bauteil vor der eigentlichen Warmumformung einem Vorformschritt oder einem Beschneidungsschritt unterzogen. Dies ist beispielsweise in der DE 101 49 221 C1 beschrieben. Ein solches Verfahren kann jedoch Probleme hinsichtlich der Korrosion zur Folge haben, da eine üblicherweise aufgebrachte Bandbeschichtung beim Vorformen beschädigt wird. Ein übliches Vorformen und Beschneiden der Bauteile besonders bei vorbeschichteten hochfesten Stählen wie Usibor 1500 PC, welcher eine AlSi-Beschichtung aufweist, wird daher unterlassen.

Aufgabe der Erfindung ist, ein pressgehärtetes Bauteil sowie ein Herstellverfahren für pressgehärtete Bauteile anzugeben, welches einen sicheren Korrosionsschutz für vorbeschichtete, warm umformbare Stähle ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1, 2 und 8 gelöst.

Eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von pressgehärteten Bauteilen umfasst die folgenden Verfahrensschritte: aus dem vorbeschichteten Halbzeug wird durch ein Kaltumformverfahren, insbesondere ein Ziehverfahren, ein Bauteil-Rohling geformt; der Bauteil-

Rohling wird randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil näherungsweise entsprechende Berandungskontur beschnitten; der beschnittene Bauteil-Rohling wird erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug pressgehärtet; der pressgehärtete Bauteil-Rohling wird in einem Beschichtungsschritt mit einer vor Korrosion schützenden Schicht überzogen.

Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht einerseits, den Bauteil-Herstellungsprozess so zu gestalten, dass auf die verfahrenstechnisch aufwändige und kostenintensive abschließende Beschneiden des gehärteten Bauteils verzichtet werden kann. Die Randbereiche werden daher bereits im ungehärteten Zustand des Bauteils abgeschnitten und nicht erst - wie herkömmlicherweise beim Warmumformen üblich - nach dem Erwärmungs- und Härteprozess. Indem das Werkstück bereits im weichen Zustand beschnitten wird, sind wesentlich geringere Schneidkräfte als zum kalten Schneiden gehärteter Werkstoffe erforderlich, was zu einem verminderten Werkzeugverschleiß und zu einer Reduktion der Instandhaltungskosten der Schneidwerkzeuge führt. Weiterhin wird beim Beschneiden des hochfesten Werkstoffs im ungehärteten Zustand die Gefahr einer schnellen Rissbildung aufgrund der hohen Kerbempfindlichkeit dieser Werkstoffe erheblich reduziert.

Die auf dem Halbzeug vorgesehene Vorbeschichtung vermeidet ein Verzundern des beschnittenen Bauteil-Rohlings bei dem Härteprozess, und die Anforderungen an eine inerte Atmosphäre beim Härten können verringert werden. Außerdem verhindert die Vorbeschichtung eine Entkohlung des Werkstoffs beim Härten. Nach dem Härteprozess wird erfindungsgemäß eine weitere vor Korrosion schützende Schicht aufgebracht, so dass das Bauteil vollständig, also auch an den Kanten, beschichtet ist.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von pressgehärteten Bauteilen werden die folgenden Verfahrensschritte durchgeführt: das mit einer ersten Schicht vorbeschichtete Halbzeug wird erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug pressgehärtet; der auf diese Weise erzeugte Bauteil-Rohling wird randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil entsprechende Berandungskontur beschnitten; der pressgehärtete, beschnittene Bauteil-Rohling wird in einem Beschichtungsschritt mit einer zweiten vor Korrosion schützenden Schicht überzogen.

In dieser Ausführungsform erfolgt das Beschneiden des gehärteten Bauteils vorzugsweise mit Hilfe eines Laser- oder des Wasserstrahl-Schneideverfahrens, durch die ein hochwertiger Beschnitt der Bauteilkanten erreicht werden kann. Das nachfolgende Aufbringen der zweiten Korrosionsschutzschicht stellt sicher, dass das Bauteil auch im Bereich der beschnittenen Ränder gegen Korrosion geschützt ist.

Wird die Schicht mit einem Feuerverzinkungs-Verfahren auf den pressgehärteten Bauteil-Rohling aufgebracht, kann eine vor Korrosion schützende Schicht aus Zink in einem geeignet in einen Fertigungsprozess integrierbaren Beschichtungsverfahren aufgebracht werden.

Wird die Schicht mit einem thermischen Diffusions-Verfahren auf den pressgehärteten Bauteil-Rohling aufgebracht, kann ein gut steuerbares Verfahren eingesetzt werden, mit dem vorzugsweise eine Schicht aus Zink oder einer Zinklegierung aufgebracht werden kann, das auch für komplexe Bauteil-Geometrien und zur Kantenschichtung geeignet ist. Die Schichtdicke kann gezielt zwischen einigen  $\mu\text{m}$  und über 100  $\mu\text{m}$  eingestellt werden. Eine thermische Belastung des Bauteils ist gering. Bauteile können unabhängig von ihrer Größe, den Abmessungen,

Konfiguration, Komplexität und Gewicht beschichtet werden. Eine Reinigung vor dem Beschichtungsschritt mit einer Trockenreinigung, insbesondere ein Strahlen des pressgehärteten Bauteil-Rohlings mit Glaspartikeln oder Zinkpartikeln, kann entfallen, da durch die Vorbeschichtung ein Verzundern des Bauteil-Rohlings bei der Warmumformung im wesentlichen unterbleibt. Dadurch wird ein Prozessschritt eingespart; zusätzlich wird vermieden, dass ein zwar geringer, aber möglicherweise störender Bauteilverzug durch ein Strahlen der Bauteile mit Partikeln entsteht.

Bei einer Vorbeschichtung mit einer aluminiumhaltigen Schicht, vorzugsweise aus AlSi, und einer zinkhaltigen Beschichtung ergibt sich eine gute Haftung zwischen den beiden Beschichtungen. Zusätzlich ergibt sich ein guter Schutz des Werkstoffs gegen Wasserstoffversprödung, gegen die insbesondere Zink den Werkstoff schützen kann. Die zweite Schicht, die auf die erste Schicht der Vorbeschichtung aufgebracht ist, sorgt für eine Kantenbeschichtung und für eine Beschichtung solcher Bereiche, bei denen die erste Schicht der Vorbeschichtung z.B. bei der Vor-Umformung abgeplatzt ist oder durch zu hohe Reibung rissig wurde.

Wird der Bauteil-Rohling nach dem Beschichtungsschritt von Rückständen gereinigt, beispielsweise mit Ultraschall, und passiviert, wird eine Oberfläche gebildet, die einen guten Haftgrund für Beschichtungen, insbesondere Grundierungen von Lacken oder Lacke selbst, ergibt.

Vorteilhaft wird der Bauteil-Rohling nach dem Beschichtungsschritt getempert. Besonders vorteilhaft ist, wenn der Bauteil-Rohling mit einer zinkhaltigen Schicht beschichtet ist, da an der Oberfläche ein Oxid gebildet wird, welches als Haftgrund geeignet ist.



Ein erfindungsgemäßes pressgehärtetes Bauteil, insbesondere ein Karosseriebauteil, aus einem Halbzeug aus ungehärtetem warm umformbaren Stahlblech, ist nach zumindest einer der Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hergestellt. Ein solches Bauteil ist besonders geeignet mit einer entsprechenden Serienfertigung in großen Stückzahlen herstellbar und verbindet eine vorteilhafte Gewichtsminderung des Bauteils mit einem ausgezeichneten Korrosionsschutz.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

Im folgenden ist die Erfindung anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 ein Verfahrensschema des erfindungsgemäßen Verfahrens eines pressgehärteten Bauteils mit 1a: Zuschneiden der Platine (Schritt I); 1b: Kaltumformung (Schritt II); 1c: Beschneiden der Ränder (Schritt III); 1d: Warmumformung (Schritt IV); 1e: Beschichtung (Schritt V); 1f: alternatives Verfahren zu Beschichtung (Schritt V');

Fig. 2 perspektivische Ansichten ausgewählter Zwischenstufen bei der Herstellung eines Bauteils mit 2a: ein vorbeschichtetes Halbzeug; 2b: ein daraus geformter Bauteil-Rohling; 2c: ein beschnittener Bauteil-Rohling; 2d: ein beschichteter Bauteil-Rohling;

Fig. 3 einen alternativen Verfahrensablauf zur Herstellung eines pressgehärteten Bauteils mit 1a: Zuschneiden der Platine (Schritt I); 1b: Warmumformung (Schritt II'); 1c: Beschneiden der Ränder (Schritt III'); 1d: Beschichtung (Schritt IV').

Die Figuren 1a bis 1e zeigen schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines räumlich geformten, pressgehärteten Bauteils 1 aus einem Halbzeug 2. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird als Halbzeug 2 eine Platine 3 verwendet, welche aus einem abgewickelten Coil 5 ausgeschnitten wird. Alternativ kann als Halbzeug 2 auch ein Verbundblech zum Einsatz kommen, wie es z.B. in der DE 100 49 660 A1 beschrieben ist und das aus einem Basisblech und mindestens einem Verstärkungsblech besteht. Weiterhin kann als Halbzeug 2 auch ein Taylored Blank verwendet werden, welches aus mehreren zusammen geschweißten Blechen unterschiedlicher Materialstärke und/oder unterschiedlicher Materialbeschaffenheit besteht. Alternativ kann das Halbzeug 2 ein durch ein beliebiges Umformverfahren hergestelltes dreidimensional geformtes Blechteil sein, welches mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens eine weitere Umformung sowie eine Festigkeits- und/oder Steifigkeitserhöhung erfahren soll.

Das Halbzeug 2 besteht aus einem ungehärtetem, warm umformbaren Stahlblech. Ein besonders bevorzugter Werkstoff ist ein borhaltiger Vergütungsstahl, z.B. Usibor 1500, Usibor 1500 P oder Usibor 1500 PC, welche von der Firma Usinor unter diesen Handelsnamen vertrieben werden.

In einem ersten Prozessschritt I wird die Platine 3 (Fig. 1a) aus einem abgewickelten und gerade gerichteten Abschnitt eines Coils 5 aus einem vorbeschichteten, warm umformbaren Blech ausgeschnitten. Vorzugsweise ist die Beschichtung eine Beschichtung aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, insbesondere einer siliziumhaltigen Aluminiumlegierung AlSi. Der warm umformbare Werkstoff befindet sich zu diesem Zeitpunkt in einem ungehärteten Zustand, so dass Platine 3 problemlos mit Hilfe konventioneller mechanischer Schneidmittel

4, z.B. einer Hubschere, ausgeschnitten werden kann. Im Großserieneinsatz erfolgt das Zuschneiden der Platine 3 vorteilhafterweise mit Hilfe einer Platinenpresse 6, welche eine automatisierte Zuführung des Coils 5 und ein automatisches Ausstanzen und Abführen der ausgeschnittenen Platine 3 gewährleistet. Die auf diese Weise ausgeschnittene Platine 3 ist in Fig. 2a in einer schematischen perspektivischen Ansicht dargestellt.

Die ausgeschnittenen Platinen 3 werden auf einem Stapel 7 abgelegt und in gestapelter Form einer Kaltumformstation 8 zugeführt (Fig. 1b). Hier wird in einem zweiten Prozessschritt II aus der Platine 3 mit Hilfe des Kaltumform-Werkzeugs 8, beispielsweise einem zweistufigen Tiefziehwerkzeug 9, ein Bauteil-Rohling 10 geformt. Um eine qualitativ hochwertige Ausformung der Bauteilgeometrie gewährleisten zu können, weist die Platine 3 Randbereiche 11 auf, die über eine Außenkontur 12 des zu formenden Bauteils 1 hinausragen. Im Rahmen dieses Kaltumformprozesses (Prozessschritt II) wird der Bauteil-Rohling 10 endkonturnah ausgeformt. Unter „endkonturnah“ soll dabei verstanden werden, dass diejenigen Teile der Geometrie des fertigen Bauteils 1, welche mit einem makroskopischen Materialfluss einhergehen, nach Abschluss des Kaltumformprozesses vollständig in den Bauteil-Rohling 10 eingeformt sind. Nach Abschluss des Kaltumformprozesses sind somit zur Herstellung der dreidimensionalen Form des Bauteils 1 nur noch geringe Formanpassungen notwendig, welche einen minimalen (lokalen) Materialfluss erfordern; der Bauteil-Rohling 10 ist in Fig. 2b dargestellt.

Je nach Komplexität des Bauteils 1 kann die endkonturnahe Formgebung in einem einzigen Tiefziehschritt erfolgen, oder sie kann mehrstufig erfolgen (Fig. 1b). Anschließend an den Kaltumformprozess wird der Bauteil-Rohling 10 in eine



Schneidvorrichtung 15 eingelegt und dort beschnitten (Prozessschritt III, Fig. 1c). Der Werkstoff befindet sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im ungehärteten Zustand, daher kann das Beschneiden mit Hilfe konventioneller mechanischer Schneidmittel 14, wie etwa Schneidmesser, Abkant- und/oder Stanzwerkzeugen, erfolgen.

Für das Beschneiden kann, wie in Fig. 1c gezeigt, eine separate Schneidvorrichtung 15 vorgesehen sein. Alternativ können die Schneidmittel 14 in die letzte Stufe 9' des Tiefziehwerkzeugs 9 integriert sein, so dass in der letzten Tiefziehstufe 9' zusätzlich zu der Fertigformung des Blechteil-Rohlings 10 auch das randseitige Beschneiden erfolgt.

Durch den Kaltumformprozess und das Beschneiden (Prozessschritte II und III) wird aus der Platine 3 ein endkonturnah beschnittener Bauteil-Rohling 17 hergestellt der sowohl in Bezug auf seine dreidimensionale Form als auch in Bezug auf seine Randkontur 12' nur wenig von der gewünschten Form des Bauteils 1 abweicht. Die abgeschnittenen Randbereiche 11 werden in der Schneidvorrichtung 15 abgeführt; der Bauteil-Rohling 17 (Fig. 2c) wird mit Hilfe eines Manipulators 19 aus der Schneidvorrichtung 15 entnommen und dem nächsten Prozessschritt IV zugeführt.

In einer besonders vorteilhaften Alternative sind die Prozessschritte II und III in einer einzigen Bearbeitungsstation integriert, in der das Umformen und Schneiden vollautomatisch vorgenommen wird. Die Entnahme des Bauteil-Rohlings 17 aus der Bearbeitungsstation kann automatisiert erfolgen oder es kann eine manuelle Entnahme und Abstapelung der Bauteil-Rohlinge 17 erfolgen.

In dem folgenden Prozessschritt IV (Fig. 1d) wird der beschnittene Bauteil-Rohling 17 einer Warmumformung in einem Warmumformbereich 26 unterzogen, im Rahmen derer er auf eine endgültige Form des Bauteils 1 ausgeformt und gehärtet wird. Der beschnittene Bauteil-Rohling 17 wird von einem Manipulator 20 in einen Durchlaufofen 21 eingelegt, wo er auf eine Temperatur erhitzt wird, die oberhalb der Gefügeumwandlungstemperatur in den austenitischen Zustand liegt; je nach Stahlsorte entspricht dies einer Erhitzung auf eine Temperatur zwischen 700°C und 1100°C. Für einen bevorzugten Werkstoff eines borhaltigen Stahls, insbesondere Usibor 1500P, ist ein günstiger Bereich zwischen 900°C und 1000°C. Die Atmosphäre des Durchlaufofens kann durch Zugabe eines Schutzgases inertisiert werden, durch die Vorbeschichtung der Platten 3 wird jedoch bereits zumindest ein ganzflächiges Verzunern der Rohlingsoberfläche verhindert.

Die unbeschichteten Schnittstellen der Randkontur 12' der beschnittenen Bauteil-Rohlinge 17 stellen nur einen sehr geringen Flächenanteil des Bauteil-Rohlings 17 dar, so dass eine Haftung einer später aufgetragenen Schicht praktisch nicht beeinflusst wird. Ein geeignetes Schutzgas zur Inertisierung ist z.B. Kohlendioxid oder Stickstoff.

Der erhitzte beschnittene Bauteil-Rohling 17 wird dann mit Hilfe eines Manipulators 22 in ein Warmumform-Werkzeug 23 eingelegt, in dem die dreidimensionale Gestalt und die Randkontur 12' des beschnittenen Bauteil-Rohlings 17 auf ihr gewünschtes Maß gebracht werden. Da der beschnittene Bauteil-Rohling 17 bereits endkonturnahe Maße aufweist, ist während der Warmumformung nur noch eine geringe Formanpassung notwendig. Im Warmumform-Werkzeug 23 wird der beschnittene Bauteil-Rohling 17 fertig geformt und schnell abgekühlt, wodurch ein feinkörniges martensitisches oder bainitisches Werkstoffgefü-

ge eingestellt wird. Dieser Schritt entspricht einer Härtung des Bauteil-Rohlings 18 und ermöglicht eine gezielte Einstellung der Werkstofffestigkeit. Einzelheiten eines solchen Härtungsprozesses sind z.B. in der DE 100 49 660 A1 beschrieben. Es kann sowohl der ganze Bauteil-Rohling 17 gehärtet werden, als auch lediglich lokal an ausgewählten Stellen des Bauteil-Rohlings 17 eine Härtung vorgenommen werden. Ist der gewünschte Härtungsgrad des Bauteil-Rohlings 18 erreicht, wird der gehärtete Bauteil-Rohling 18 mit einem Manipulator aus dem Warmumform-Werkzeug 23 genommen und gegebenenfalls bis zur weiteren Verarbeitung gestapelt. Wegen dem dem Warmumform-Prozess vorgelagerten endkonturnahen Beschneiden des Bauteil-Rohlings 10 sowie der Formanpassung der Randkontur 12' im Warmumform-Werkzeug 23 weist das Bauteil 18 nach Abschluss des Warmumform-Prozesses bereits die gewünschte Außenkontur 24 des fertigen Bauteils 1 auf, so dass nach der Warmumformung kein zeitaufwändiges Beschneiden des Bauteilrandes notwendig ist.

Um eine schnelle Abschreckung des Bauteil-Rohlings 18 im Zuge der Warmumformung zu erreichen, kann der Bauteil-Rohling 18 in einem gekühlten Warmumform-Werkzeug 23 abgeschreckt werden. Da die Oberfläche durch die Schicht 33 der Vorbeschichtung nicht verzundert, kann eine anschließende Reinigung entfallen.

Da kein Laserschneiden des gehärteten Bauteil-Rohlings 18 erfolgen muss, sind die Taktzeiten im Fertigungsverfahren vorteilhaft kurz. Im Verfahrensablauf ist nunmehr das Abkühlen des Bauteil-Rohlings 18 ein möglicher Engpass. Um diesen zu entschärfen, können lufthärtende oder wasserhärtende Werkstoffe für die Bauteile 1 eingesetzt werden. Der Bauteil-Rohling 18 braucht dann nur soweit abzukühlen, bis eine ausreichende Warmfestigkeit, Steifigkeit und damit verbundene

Maßhaltigkeit des Bauteil-Rohlings 18 erreicht ist. Dann kann der Bauteil-Rohling 18 aus dem Werkzeug 23 entnommen werden, so dass der weitere Wärmebehandlungsvorgang an der Luft oder in Wasser außerhalb des Werkzeugs 23 erfolgt, das dann nach einigen Sekunden sehr schnell wieder zur Aufnahme weiterer Bauteil-Rohlinge 17 zur Verfügung steht.

In einem weiteren Prozessschritt V (Fig. 1e) wird der pressgehärtete Bauteil-Rohling 18 in einem Beschichtungsverfahren mit einer eine Korrosion des Bauteils 1 verhindernden Schicht 34 überzogen. Dazu werden Trommeln 31 mit den pressgehärteten Bauteil-Rohlingen 18 sowie einem zinkhaltigen Pulver, vorzugsweise eine Zinklegierung oder eine zinkhaltige Mischung, beschickt, geschlossen und in eine Beschichtungsanlage 30 eingebracht. Dort werden die Bauteil-Rohlinge 18 langsam mit etwa 5-10 K/min unter langsamer Rotation der Trommeln 31 auf etwa 300°C erwärmt. In diesem thermischen Diffusionsverfahren verteilt sich das Zink bzw. die Zinklegierung im wesentlichen homogen über die gesamte Oberfläche der Bauteil-Rohlinge 18 und verbindet sich mit der Oberfläche. Bei einer aluminiumhaltigen Vorbeschichtung der Platinen 3 bildet sich eine ausgezeichnete Haftung zwischen der Vorbeschichtung, insbesondere AlSi und der zinkhaltigen Schicht 34 aus. Gleichzeitig werden auch die unbeschichteten Schnittkanten mit der zinkhaltigen Schicht 34 überzogen.

In Abhängigkeit der Zusammensetzung des Pulvers, der Zeit und der Temperatur stellt sich auf den Bauteil-Rohlingen 18 eine gleichmäßige Schichtdicke ein, die beliebig zwischen einigen  $\mu\text{m}$  und über 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugt zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 120  $\mu\text{m}$ , eingestellt werden kann. Die Schicht 34 ist schweißbar und ergibt eine Zugfestigkeit, die für ein Bauteil 1 aus BTR 165 mehr als 1300 MPa betragen kann. Bei dem thermischen Diffusi-

onsverfahren fallen praktisch keine Rückstände oder Emissionen in die Umwelt an.

Das Beschichtungsverfahren wird mit einem Passivierungsvorgang in einer angrenzenden Passivierungsstation 35 abgeschlossen, bei dem die Trommeln 31 aus der Beschichtungsanlage 30 ausgeschleust, in einer Kühlstation 36 gekühlt, in einer Reinigungsstation 37 mit Ultraschall von Rückständen des Beschichtungspulvers befreit und in einer Temperstation 38 bei einer Temperatur von etwa 200°C für etwa 1 h getempert werden, wobei die Schicht 34 passiviert wird. Gegebenenfalls können auch geeignete Passivierungszusätze zugegeben werden. Dann können die fertigen korrosionsgeschützten Bauteile 1 aus der Trommel 31 entnommen werden.

In einer alternativen Ausgestaltung (Prozessschritt V', Fig. 1f) wird die zinkhaltige Schicht 34 mit einem Feuerverzinkungs-Verfahren in einem Beschichtungsbereich 40 auf den pressgehärteten Bauteil-Rohling 18 aufgebracht. Bauteil-Rohlinge 18 werden in ein Tauchgehäuse 41 eingehängt, welches die Bauteil-Rohlinge 18 durch mehrere Stationen des Beschichtungsbereichs 40 transportiert. In einer Flux-Station 42 werden die Bauteil-Rohlinge 18 in ein geeignet temperiertes Flussmittelbad gehängt, vorzugsweise mit Zinkchlorid bei etwa 360°C, dann in einer Trockenstation 43 getrocknet, vorzugsweise bei 80°C und anschließend in ein Verzinkungsbad 44 bei etwa 400-450°C eingetaucht und verzinkt. Dann können die fertigen Bauteile 1 aus dem Tauchgehäuse 31 entnommen werden.

Figuren 3a bis 3d zeigen schematisch einen alternativen Verfahrensablauf zur Herstellung eines räumlich geformten, pressgehärteten Bauteils 1 aus einem Halbzeug 2, insbesondere aus einer vorbeschichteten Platine 3. Ebenso wie im Ausführungsbeispiel der Figuren 1a bis 1e wird auch hier in einem



ersten Prozessschritt (Fig. 3a) die Platine 3 in der Plattenpresse 6 aus einem vorbeschichteten, warm umformbaren Blech ausgeschnitten. Anschließend wird die beschichtete Platine 3 einem Warmumformschritt unterzogen (Fig. 3b). Hierzu wird die Platine 3 von einem Manipulator 20' in einen Durchlaufofen 21' eingelegt, in dem die Platine 3 auf eine Temperatur erwärmt wird, die oberhalb der Übergangstemperatur in den austenitischen Gefügestand liegt. Anschließend wird die erhitzte Platine 3 in ein Warmumformwerkzeug 23' eingelegt, in dem aus der Platine 3 ein Bauteil-Rohling 10' der gewünschten dreidimensionalen Form ausgeformt wird; dabei wird der Bauteil-Rohling 10' so schnell abgekühlt, dass er eine (bauteilweite oder lokale) Härtung erfährt. Der Durchlaufofen 21' und das Warmumformwerkzeug 23' können sich in einer Schutzgasatmosphäre 26' befinden, durch die Vorbeschichtung der Platten 3 wird jedoch eine ganzflächige Verzunderung der Platten 3 vermieden.

Dann wird der gehärtete Bauteil-Rohling 10' an eine Schneidvorrichtung 15' übergeben (Fig. 3c), in der der Bauteil-Rohling 10' randseitig beschnitten wird, um einen Rohling 18' mit Randkontur 12 zu erzeugen. Das Beschneiden erfolgt vorzugsweise mit einem Laser 14'. Die abgeschnittenen Randbereiche 11' werden entsorgt. In dem anschließenden Prozessschritt der Figur 3d wird der pressgehärtete und beschnittene Rohling 18' - analog zu der Prozessstufe V oder V' der Figuren 1e bzw. 1f - in einer Beschichtungsanlage 30 beschichtet.

Das pressgehärtete, beschichtete Bauteil 1 ist insbesondere als Karosseriebauteil im Fahrzeugbau geeignet, welche in großen Stückzahlen hergestellt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine vorteilhafte Prozessführung mit kurzen Taktzeiten, alle Prozessschritte haben Industrialisierungspotential. Trotz Verwendung eines vorbeschichteten Werkstoffs

ist ein Einsatz einer konventionellen Vor-Umformung möglich. Durch das nachträgliche Aufbringen eines zusätzlichen Korrosionsschutzes wird ein konventionelles Umformen und Beschneiden auch bei hochfesten Werkstoffen möglich, so dass - bei Verwendung des Herstellungsverfahrens gemäß Figur 1 - das bei großen Stückzahlen aufwändige Laserschneiden kostengünstig ersetzt werden kann. Blechbauteile können durch diese Fertigungsmethode bereits in der Entwicklung durch konventionelle Umform-Simulation auf ihre Herstellung abgesichert werden. Hinzu kommt eine günstige Verbindung der Korrosionsschutzeigenschaften der Vorbeschichtung 33 einerseits mit denen der Schicht 34 mit dem Vorteil der Kantenbeschichtung, insbesondere bei AlSi-Schichten 33 in Verbindung mit Zinkschichten 34. In einem Fahrzeug wiederum, das aus solchen Bauteilen gefertigt ist, wird der Kraftstoffverbrauch durch die Verminderung des Gewichts der Bauteile gesenkt, da diese wesentlich dünner sein können als konventionelle Blechteile, während gleichzeitig die passive Sicherheit erhöht wird, da die Bauteile eine sehr hohe Festigkeit aufweisen.

Patentansprüche

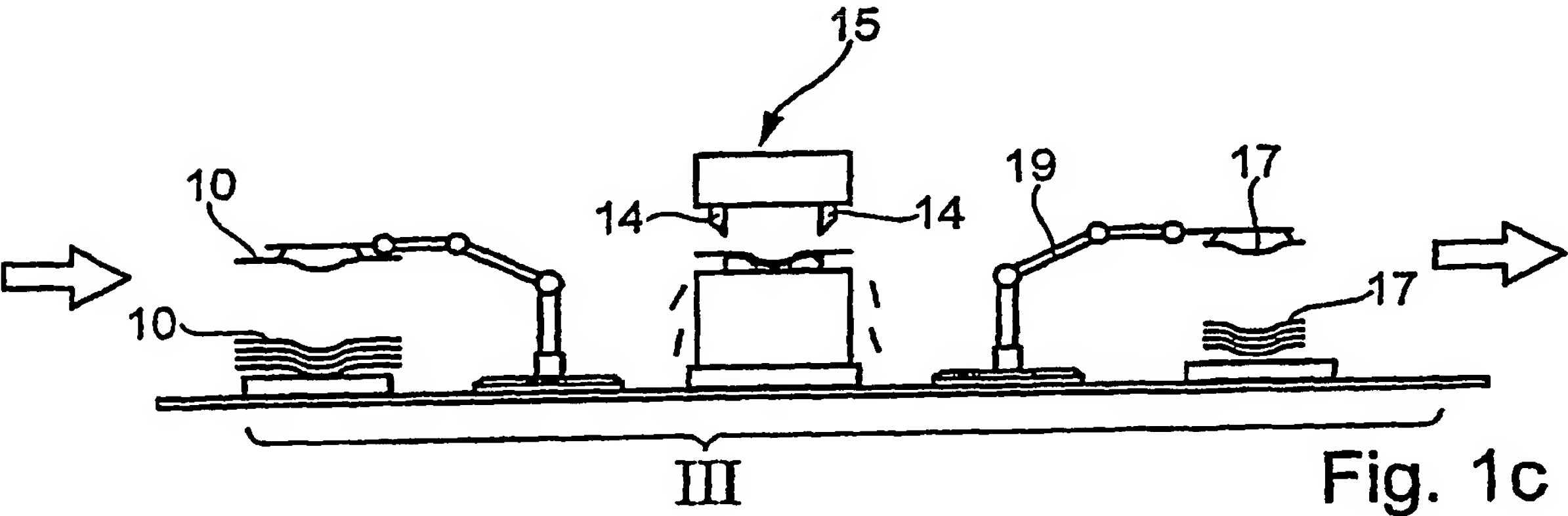
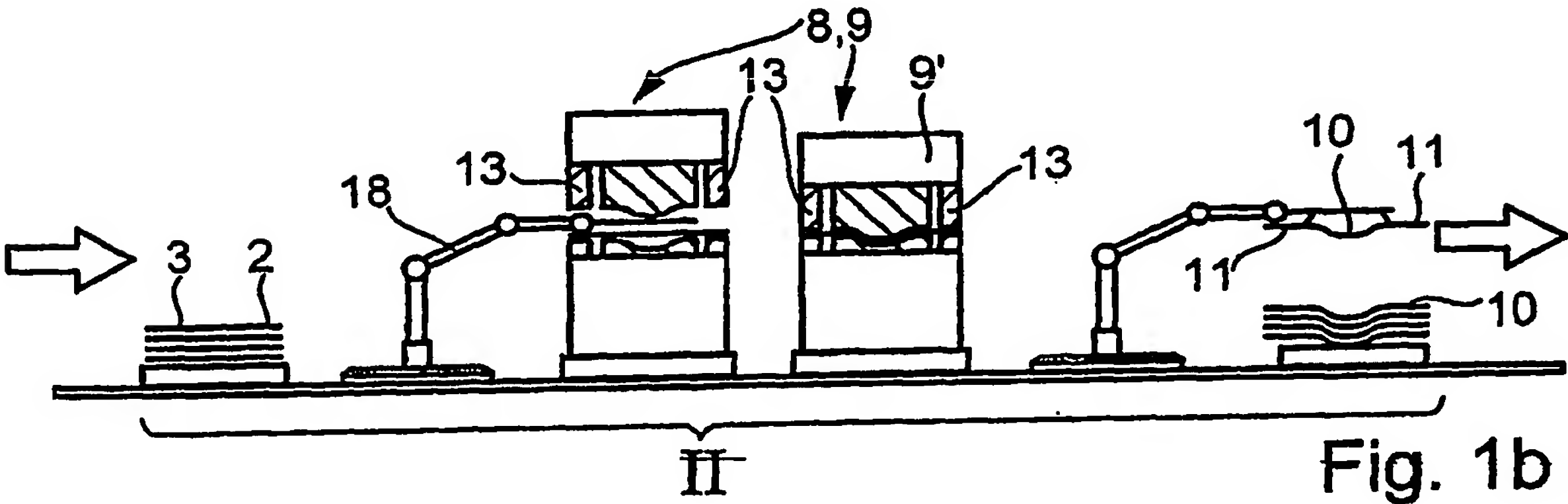
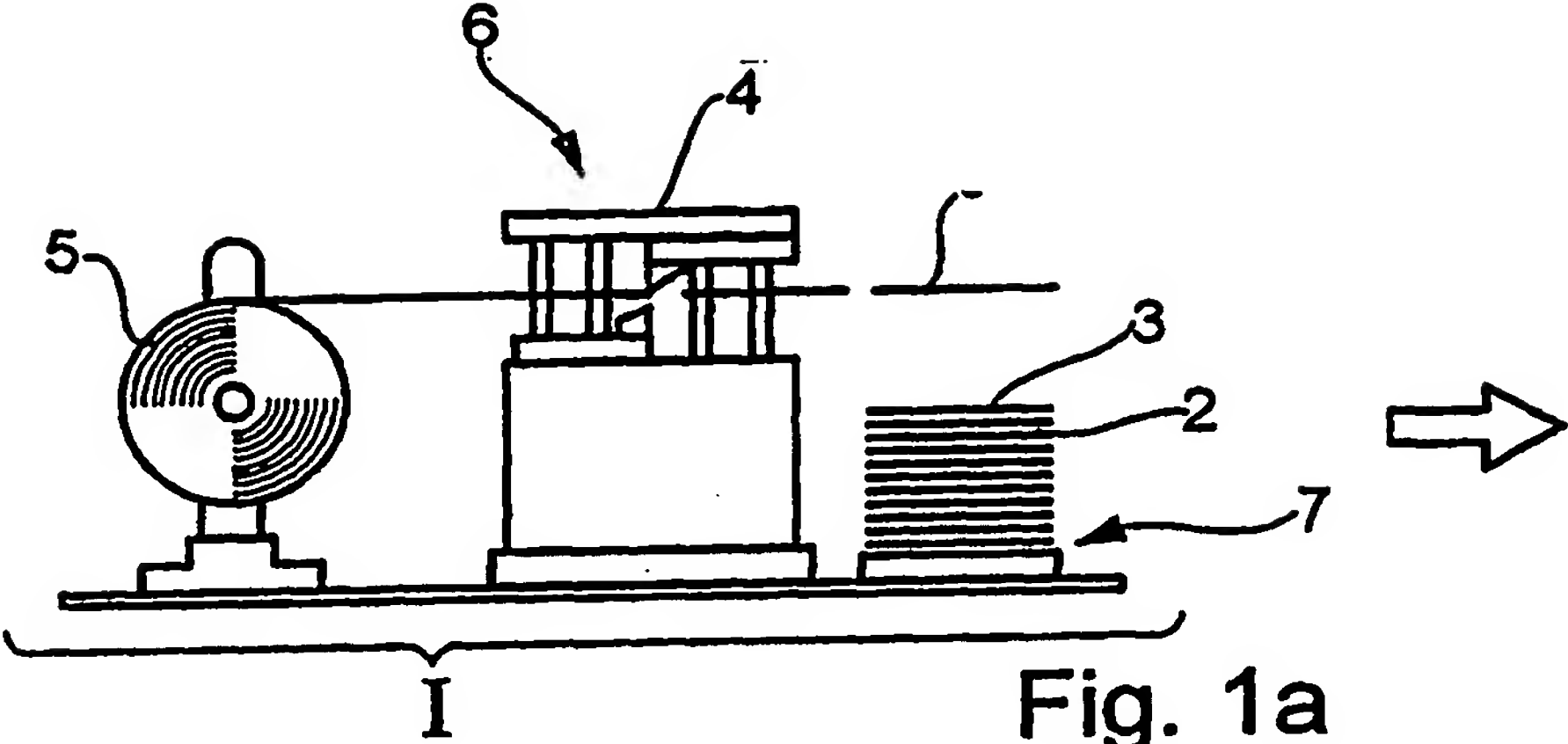
1. Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Bauteilen, insbesondere eines Karosseriebauteils, aus einem Halbzeug (2) aus ungehärtetem, warm umformbaren Stahlblech, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden
  - aus dem mit einer ersten Schicht (33) vorbeschichteten Halbzeug (2) wird durch ein Kaltumformverfahren, insbesondere ein Ziehverfahren, ein Bauteil-Rohling (10) geformt;
  - der Bauteil-Rohling (10) wird randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil (1) näherungsweise entsprechende Randkontur (12') beschnitten;
  - der beschnittene Bauteil-Rohling (17) wird erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug (23) pressgehärtet;
  - der pressgehärtete Bauteil-Rohling (18) wird in einem Beschichtungsschritt mit einer zweiten, vor Korrosion schützenden Schicht (34) überzogen.
2. Verfahren zur Herstellung von pressgehärteten Bauteilen, insbesondere eines Karosseriebauteils, aus einem Halbzeug (2) aus ungehärtetem, warm umformbaren Stahlblech, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden

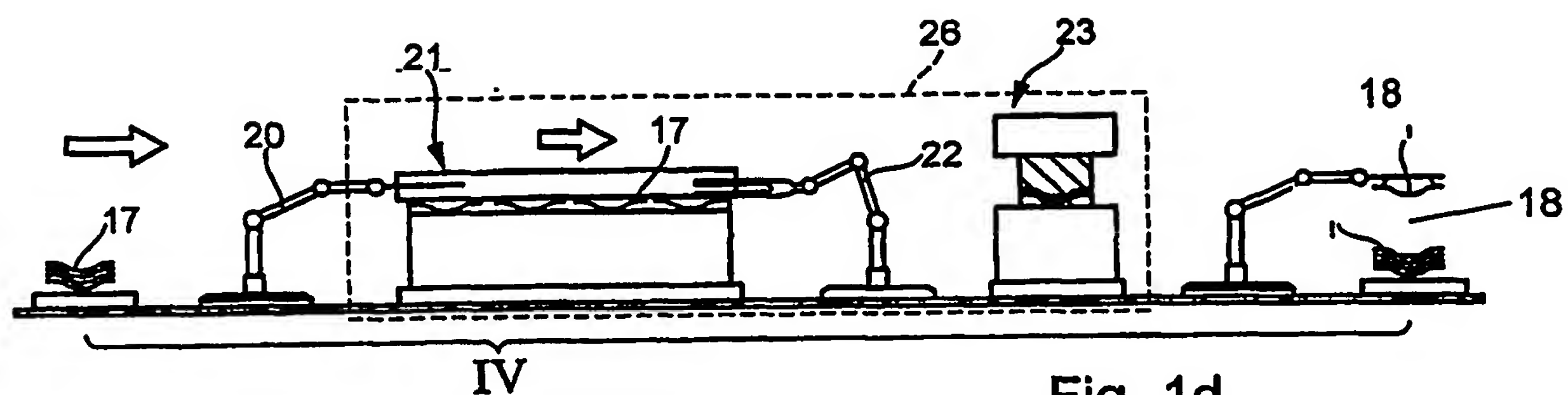
- das mit einer ersten Schicht (33) vorbeschichtete Halbzeug (2) wird erwärmt und in einem Warmumform-Werkzeug (23) pressgehärtet;
  - der auf diese Weise erzeugte pressgehärtete Bauteil-Rohling (10') wird randseitig auf eine dem herzustellenden Bauteil (1) entsprechende Randkontur (12) beschnitten;
  - der pressgehärtete Bauteil-Rohling (18') wird in einem Beschichtungsschritt mit einer zweiten, vor Korrosion schützenden Schicht (34) überzogen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schicht (34) mit einem Feuerverzinkungs-Verfahren auf den pressgehärteten Bauteil-Rohling (18,18') aufgebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schicht (34) mit einem thermischen Diffusions-Verfahren auf den pressgehärteten Bauteil-Rohling (18,18') aufgebracht wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schicht (34) sowohl auf der Vorbeschichtung (33) als auch auf unbeschichteten Bereichen des Bauteil-Rohlings (18,18') abgeschieden wird.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der beschichtete Bauteil-Rohling (18,18') nach dem

Beschichtungsschritt von Rückständen des Beschichtungsschritts gereinigt wird.

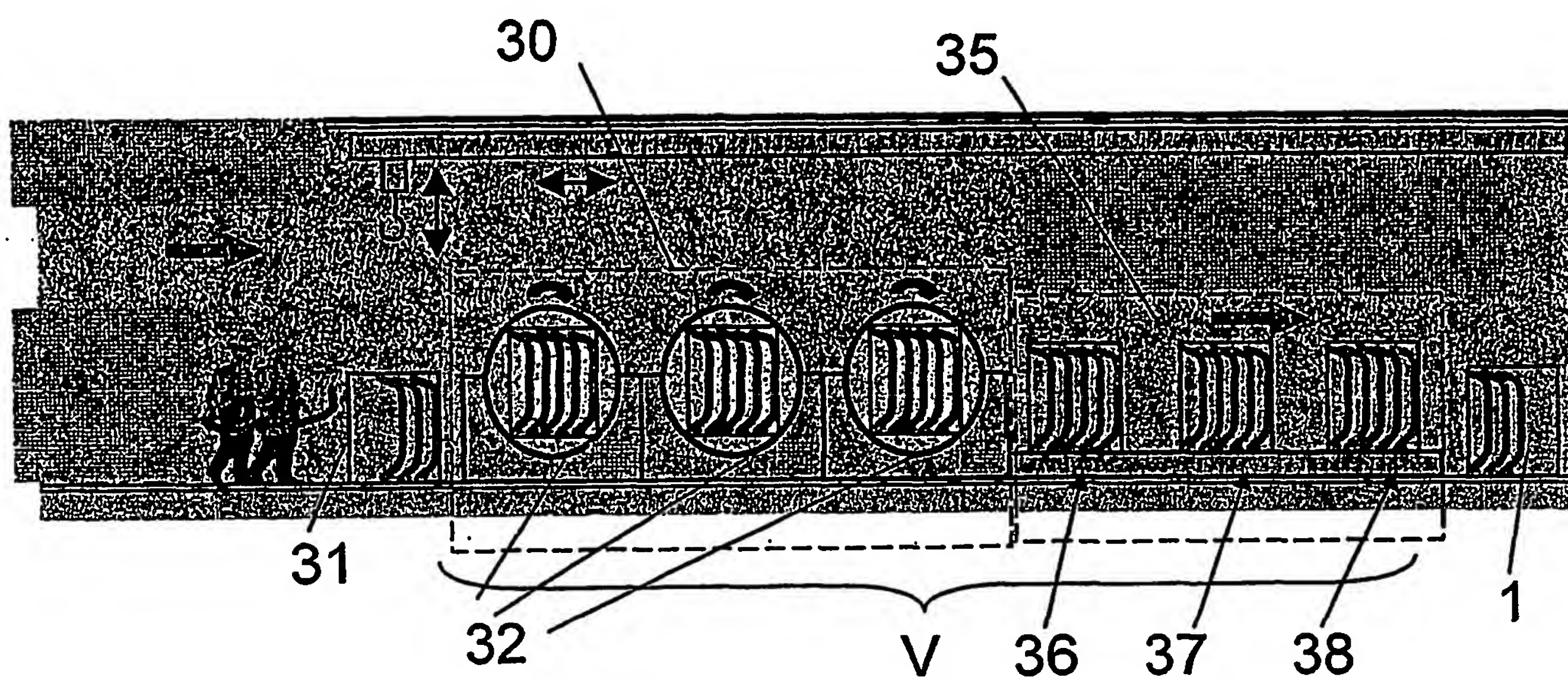
7. Verfahren nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der beschichtete Bauteil-Rohling (18,18') nach dem Beschichtungsschritt getempert wird.
8. Pressgehärtetes Bauteil, insbesondere Karosseriebauteil, aus einem Halbzeug (2) aus ungehärtetem, warm umformbaren, mit einer Korrosionsschutzschicht (33) vorbeschichtetem Stahlblech,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass es nach dem Verfahren nach zumindest einem der vorangegangenen Ansprüche hergestellt ist.
9. Pressgehärtetes Bauteil nach Anspruch 8,  
d a d u r c h     g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass ein Überzug aus einer ersten, aluminiumhaltigen Schicht (33) und einer darüber angeordneten zweiten, zinkhaltigen Schicht (34) auf dem Bauteil abgeschieden ist.



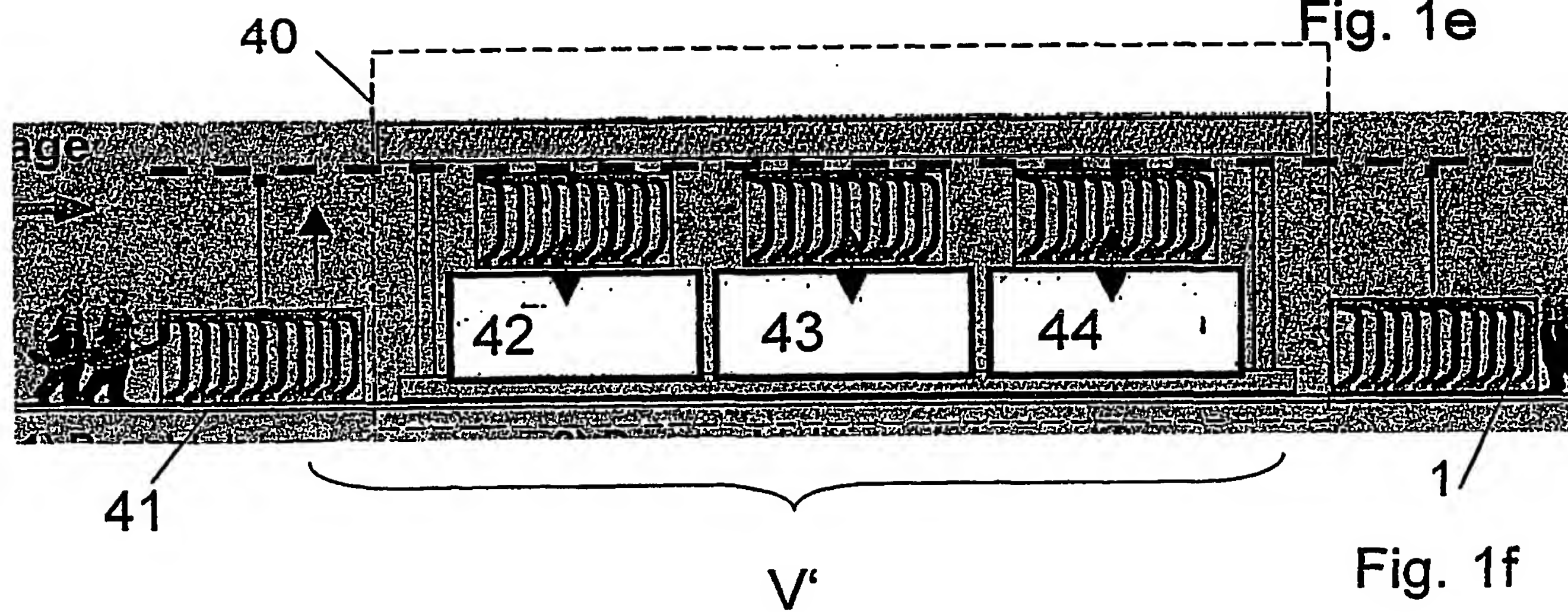




**Fig. 1d**



**Fig. 1e**



**Fig. 1f**

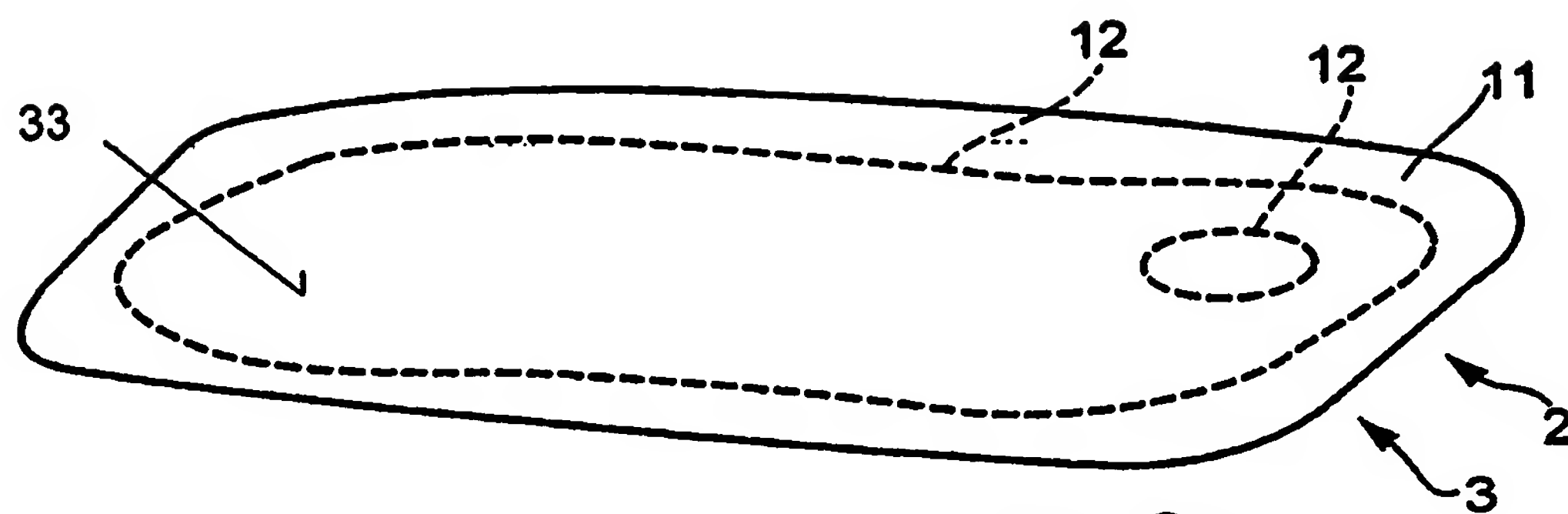


Fig. 2a

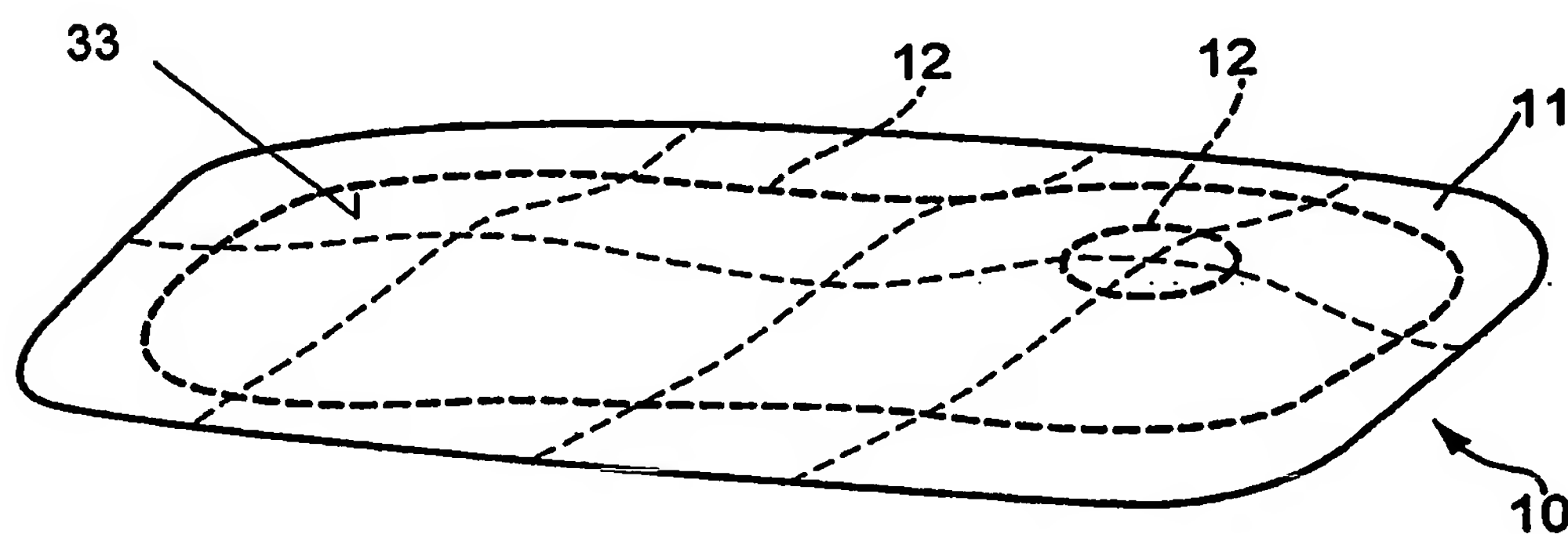


Fig. 2b

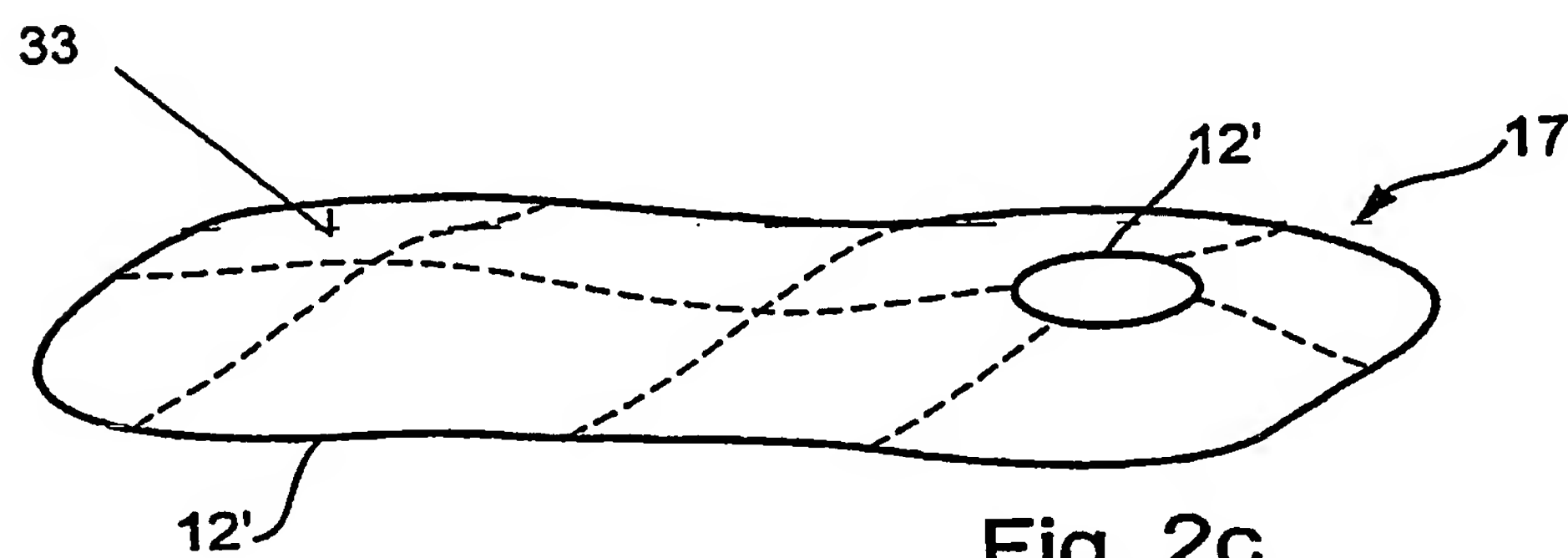


Fig. 2c

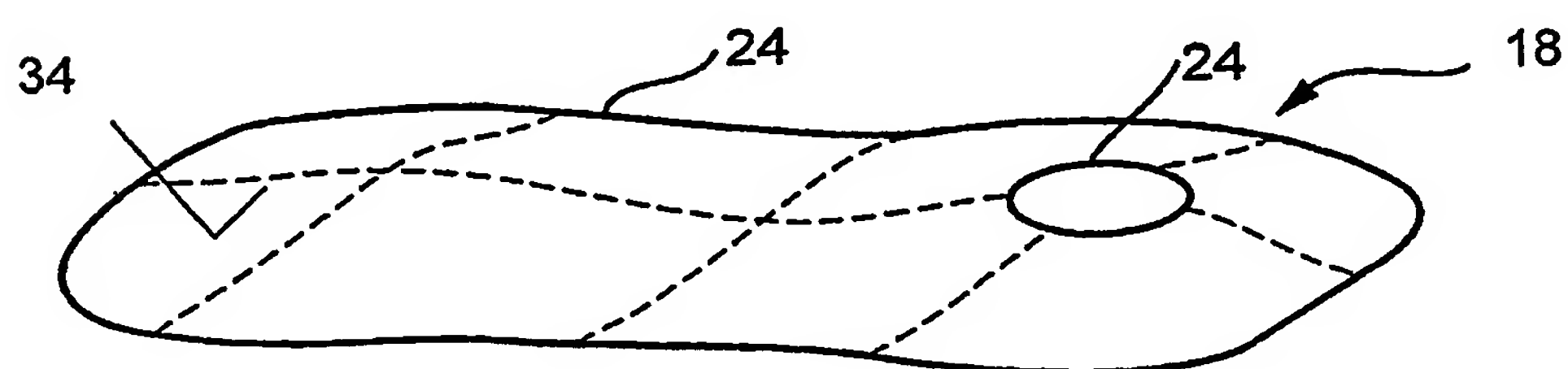
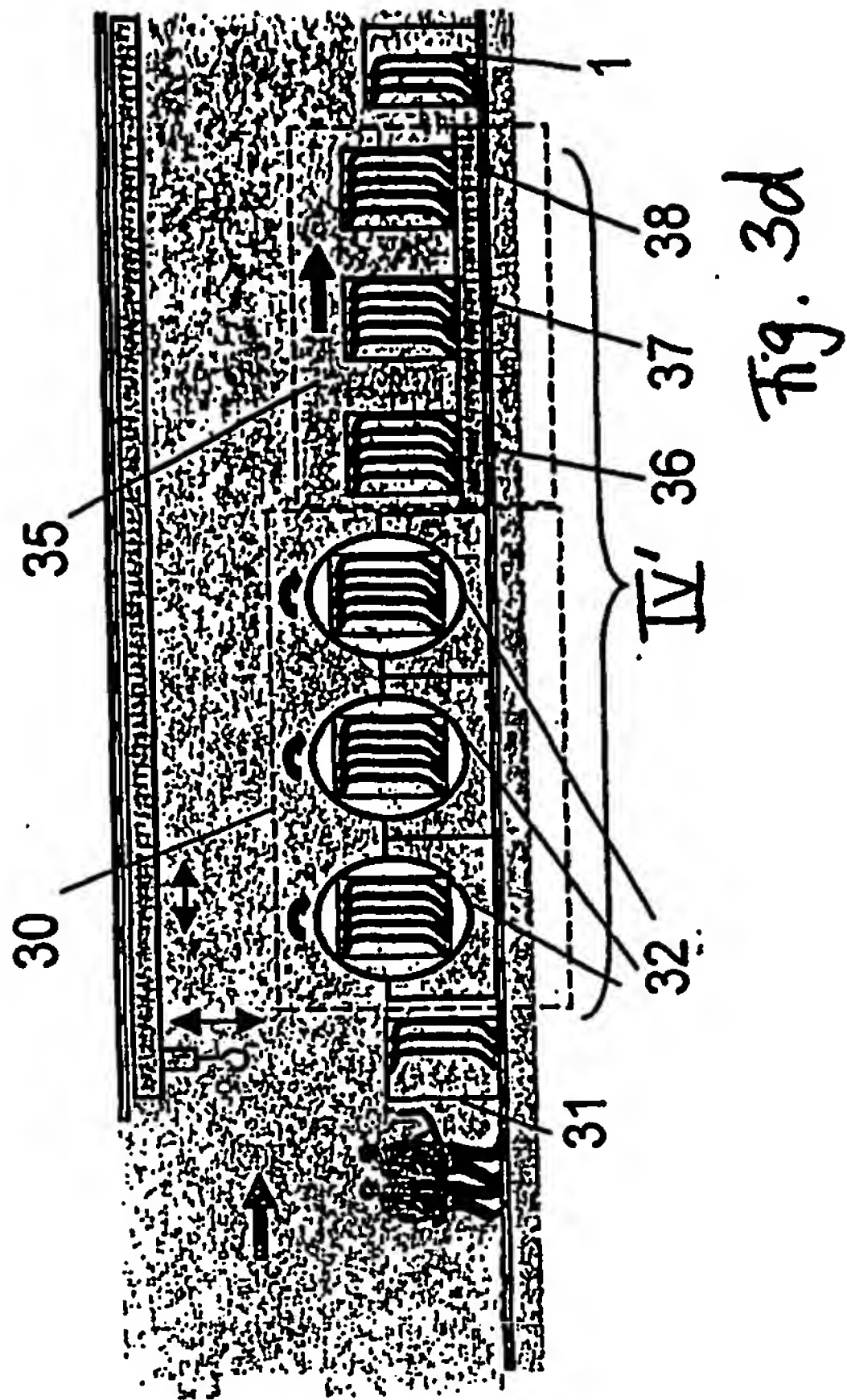
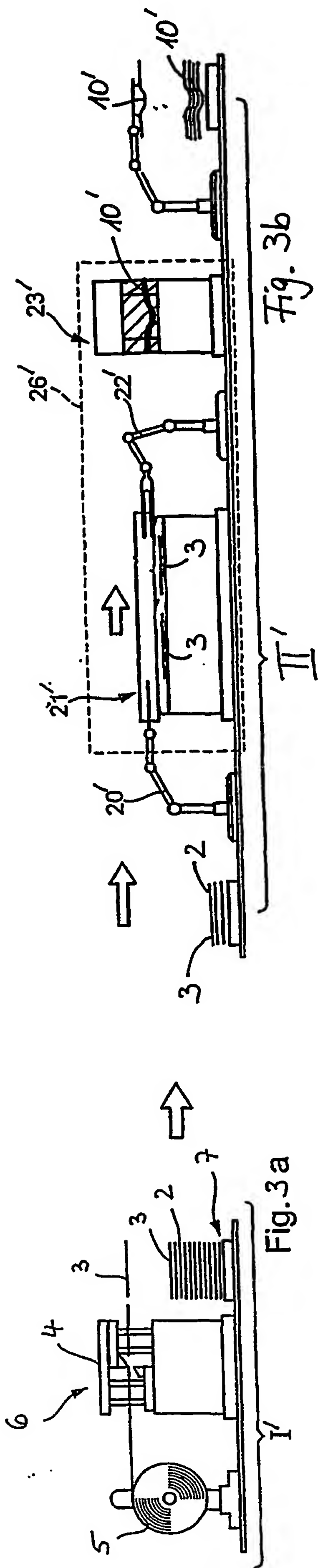


Fig. 2d



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**